

Czynne wyrobiska odkrywkowe surowców węglanowych na tle granic GZWP a możliwości ich rekultywacji przez wypełnianie odpadami

Beata Kłojzy-Karczmarczyk¹, Jarosław Staszczak¹

Active opencast excavations of carbonate raw materials in relation to MGB area and the possibility of their reclamation by filling with waste. Prz. Geol., 65: 979–982.

Abstract. Mining companies that own opencast excavations with the prospect of future reclamation, may constitute a serious consumer group for gangue (mining waste) from coal mining and other groups of waste. The aim of the study is to identify the location of active opencast mining excavations of carbonate raw materials in relation to the boundaries of the Main Groundwater Basin (MGB) in Poland. The exploited excavations of carbonate raw materials are located in the southern Polish provinces (Dolnośląskie, Lubelskie, Łódzkie, Małopolskie, Opolskie, Podkarpackie, Śląskie and Świętokrzyskie voivodships) and are located on the map of the MGB boundaries prepared by PSH PIG-PIB. As a result it was found that 29 of the 66 pits are located within the designated MGB areas, which represents about 44% of the total area. In such areas, proper selection of wastes is a very important issue because of their quality and possible changes in chemical composition over time.

Keywords: opencast mines, MGB area, reclamation, waste

Zastosowanie różnego rodzaju odpadów w celu rekultywacji technicznej jest zagadnieniem złożonym zarówno w sferze przepisów odnoszących się do jakości środowiska gruntowo-wodnego, jak i w zakresie określenia lokalizacji. Dodatkowo, obserwowane częste zmiany uregulowań prawnych w gospodarowaniu odpadami i ochronie środowiska utrudniają proces podejmowania decyzji i postępowania z poszczególnymi rodzajami odpadów (m.in. Góralczyk, Baic, 2009; Góralczyk, 2011; Kukulska-Zajac, Dobrzańska, 2012; Kłojzy-Karczmarczyk, Mazurek, 2015; Kicki, Sobczyk, 2016). Do rekultywacji i zagospodarowania wyrobisk odkrywkowych z zastosowaniem odpadów w procesie odzysku stosuje się przepisy Ustawy z dnia 14 grudnia 2012 r. o odpadach. W konsekwencji takie postępowanie wymaga uzyskania zezwolenia na przetwarzanie odpadów, ponadto istotne znaczenie ma także ustalony kierunek rekultywacji. Wypełnianie wyrobiska poeksploatacyjnego materiałem obcym stanowi podstawowy etap fazy technicznej procesu rekultywacji w kopalniach górnictwa skalnego (Ostręga, Uberman, 2010; Strzałkowski, Kaźmierczak, 2014; Czekał, Sobczyk, 2015), a stosowanie materiałów do wypełniania wyrobisk jest ograniczone do niektórych grup czy rodzajów odpadów. Akty wykonawcze pozwalające na prowadzenie procesu odzysku odpadów w związku z rekultywacją obszarów czy wyrobisk to Rozporządzenie Ministra Środowiska z dnia 11 maja 2015 r. w sprawie odzysku odpadów poza instalacjami i urządzeniami oraz Rozporządzenie Ministra Środowiska z dnia 20 stycznia 2015 r. w sprawie procesu odzysku R10. Dla rekultywacji wyrobisk odkrywkowych (m.in. górnictwa skalnego) odpadami podstawowe znaczenie ma proces odzysku R5 (recykling lub odzysk innych materiałów nieorganicznych). Spośród grup odpadów dopuszczonych do odzysku w tym procesie należy wymienić wybrane rodzaje odpadów z grup 01, 02, 06, 10, 16, 17, 18, 19 oraz 20. Wśród sklasyfikowanych odpadów dopuszczonych do rekultywacji w procesie R10 występują niektóre rodzaje odpadów z grup 02, 03, 04, 06, 07, 10 oraz 19. Wyniki badań wskazują, że szerokie zastosowanie w rekultywacji

wyrobisk odkrywkowych w procesie R5 mogą mieć wyselekcjonowane frakcje odpadów wydobywczych o kodach 01 01 02 oraz 01 04 12, często niemające statusu odpadów (Kłojzy-Karczmarczyk i in., 2016a, b). Surowce oraz odpady przeznaczone do wypełniania wyrobisk nie powinny stanowić zagrożenia dla środowiska, a ich bezpieczeństwo można oszacować przez dotrzymanie wartości granicznych odpowiednich parametrów. Ponadto rozporządzenie Ministra Środowiska z dnia 30 kwietnia 2013 r. określa, że składowiska odpadów niebezpiecznych oraz składowiska odpadów innych niż niebezpieczne i obojętne nie mogą być lokalizowane na obszarach ochronnych zbiorników wód podziemnych. Zatem materiały (surowce lub odpady) stosowane do wypełniania wyrobisk odkrywkowych położonych w zasięgu stref zasilania Głównych Zbiorników Wód Podziemnych (GZWP) powinny spełniać wymagania stawiane odpadom dopuszczonym do składowania na składowiskach odpadów obojętnych (Rozporządzenie Ministra Gospodarki..., 2015) oraz wymagania stawiane odpadom wydobywczym obojętnym (Rozporządzenie Ministra Środowiska..., 2011). Zakłady górnicze mające poeksploatacyjne wyrobiska odkrywkowe, przewidziane w przyszłości do rekultywacji, mogą stanowić poważną grupę odbiorców kruszyw lub odpadów produkowanych nie tylko w sektorze górnictwa węgla kamiennego. Najważniejszymi kryteriami decydującymi o możliwości rekultywacji wyrobisk odpadami są opłacalność i założenia środowiskowe (głównie warunki hydrogeologiczne i rodzaj odpadów) (m.in. Boberek, Paulo, 2005), determinujące jednoznacznie wymaganą jakość materiału rekultywacyjnego. Pierwotnym zamierzeniem autorów było umiejscowienie czynnych wyrobisk odkrywkowych na tle granic obszarów ochronnych GZWP. Jednak ze względu na brak wystarczających i aktualnych materiałów opublikowanych przedmiotowe wyrobiska zlokalizowano jedynie na tle granic GZWP na obszarze Polski.

Analizie poddano wyrobiska, w których eksploatowane są kopaliny skalne węglanowe (wapienie i dolomity), zaklasyfikowane w Bilansie zasobów złóż kopalin

¹ Instytut Gospodarki Surowcami Mineralnymi i Energią Polskiej Akademii Nauk, ul. Wybickiego 7A, 31-261 Kraków; beatakk@min-pan.krakow.pl, jaro@min-pan.krakow.pl.

w Polsce jako kamienie łamane i bloczne (Szufflicki i in., 2016). Nie uwzględniono natomiast dość powszechnych złóż skał okrucowych. Efektem pracy jest opracowana mapa rozmieszczenia eksploatowanych wyrobisk surowców węglanowych z uwzględnieniem ich lokalizacji w stosunku do granic zbiorników wód podziemnych (ryc. 1).

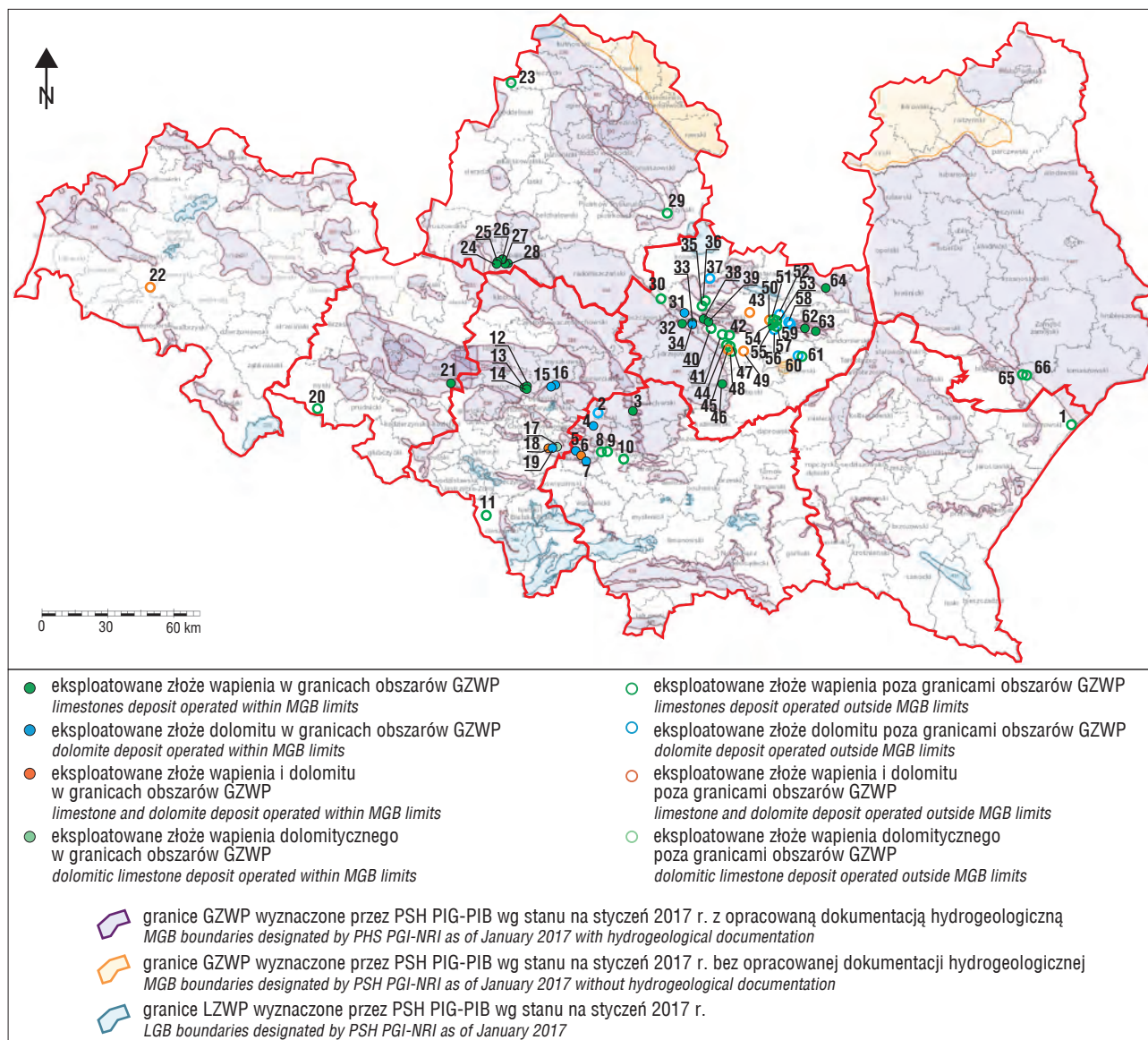
Celem pracy jest zatem rozpoznanie możliwości lokowania różnych rodzajów odpadów w procesie rekultywacji technicznej po zakończeniu eksploatacji ze względu na warunki lokalizacyjne.

PRZYJĘTA W ANALIZIE METODA

Na podstawie danych zawartych w Bilansie zasobów złóż kopalin w Polsce (Szufflicki i in., 2016) stworzono listę wszystkich eksploatowanych w 2015 r. wyrobisk odkrywkowych złóż węglanowych na terenie kraju. Następnie odkrywki te zlokalizowano na ortofotomapie (<http://www.geoportal.gov.pl>, stan na styczeń 2017 r.), skąd szczytano współrzędne geograficzne obiektów, które

to z kolei zostały naniesione na mapę granic GZWP terenu Polski wykonaną przez Państwową Służbę Hydrogeologiczną Państwowego Instytutu Geologicznego – Państwowego Instytutu Badawczego (PSH PIG-PIB) wg stanu na styczeń 2017 r. (<http://epsh.pgi.gov.pl/epsh/>). W rezultacie otrzymano mapę wszystkich eksploatowanych wyrobisk odkrywkowych złóż węglanowych. W ostatecznej wersji mapy pozostawiono tylko te województwa, w których znajdowały się jakiegokolwiek eksploatowane obiekty surowców węglanowych. Nie włączono wyrobisk nieeksploatowanych w 2015 r.

Mapa wykonana przez PSH PIG-PIB obejmuje wszystkie udokumentowane oraz nieudokumentowane zbiorniki wód podziemnych (<http://epsh.pgi.gov.pl/epsh/>), a ich zasięg wydzielono na podstawie ustalonych jednolitych parametrów jakościowych i ilościowych zbiorników (Mikołajków, Węglarz, 2011). W prezentowanej pracy wyrobiska odkrywkowe złóż węglanowych umiejscowiono na tle granic GZWP, a nie granic ich obszarów ochronnych.

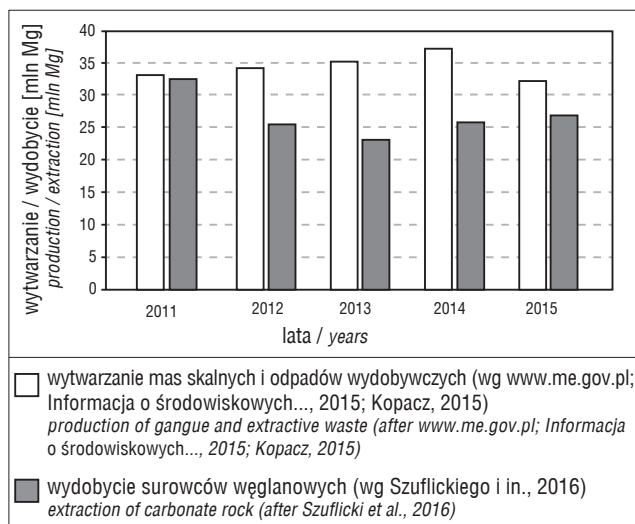


Ryc. 1. Lokalizacja złóż surowców węglanowych w województwach południowej Polski (Szufflicki i in., 2016) na tle granic zbiorników wód podziemnych (stan na styczeń 2017 r., wykorzystano mapę GZWP wykonaną przez PSH PIG-PIB; <http://epsh.pgi.gov.pl/epsh/>)

Fig. 1. Location of carbonate deposits in southern Poland (Szufflicki et al., 2016) in relation to the boundaries of groundwater basins (as of January 2017, with the use of MGB map development by PHS PGI-NRI; <http://epsh.pgi.gov.pl/epsh/>)

WYNIKI ANALIZY

Wciąż obserwowanym problemem jest zagospodarowanie wyrobisk odkrywkowych po zakończeniu eksploatacji złoża. Istnieje jednak coraz więcej sposobów rekultywacji i wykorzystywania terenu, co świadczy o dynamice rozwoju badań z tego obszaru. Na sporządzonej mapie (ryc. 1) przedstawiono jedynie aktualnie eksploatowane wyrobiska odkrywkowe surowców węglanowych. Na obszarze kraju znajduje się łącznie 66 eksploatowanych złóż surowców węglanowych (stan na koniec 2015 r.), jednak całkowita liczba tych złóż jest znacznie większa i wynosi 194, z których największą grupę stanowią złoża wapieni (137), następnie dolomitów (49) (Szuflicki i in., 2016). Po zakończeniu eksploatacji każde wyrobisko powinno zostać poddane rekultywacji technicznej. Zastosowanie surowców obcych lub różnego rodzaju odpadów do ich wypełniania jest możliwe dla wszystkich podstawowych kierunków rekultywacji docelowej (rolnego, leśnego, rekreacyjnego oraz budowlanego). Wybór kierunku rekultywacji zależy od warunków hydrogeologicznych, lokalizacyjnych oraz od stanu zagospodarowania terenu. Od wielu lat wielkość wytwarzania skały płonnej (mas skalnych i/lub odpadów wydobywczych) w górnictwie węgla kamiennego w skali roku jest wystarczająca do pokrycia rocznej wielkości wydobycia surowców węglanowych na obszarze Polski (ryc. 2). Zatem zakłady górnicze, które mają przewidziane w przyszłości do rekultywacji poeksploatacyjne wyrobiska odkrywkowe mogą być odbiorcami kruszyw lub odpadów wytwarzanych w sektorze górnictwa węgla kamiennego. Nadrzędnym celem rekultywacji



Ryc. 2. Wytwarzanie mas skalnych i odpadów wydobywczych w górnictwie węgla kamiennego oraz wydobycie surowców węglanowych w Polsce w poszczególnych latach

Fig. 2. Production of gangue and extractive waste from coal mining and extraction of carbonate rock in Poland in particular years

z wykorzystaniem mas skalnych lub odpadów, również wydobywczych z górnictwa węgla kamiennego, powinna być minimalizacja lub eliminacja negatywnego oddziaływania na środowisko.

Podjęto się rozpoznania uwarunkowań lokalizacyjnych czynnych wyrobisk odkrywkowych na terytorium Polski, dla których istnieje w przyszłości potencjalna możliwość przeprowadzenia rekultywacji technicznej (przez wypełnianie

Tab. 1. Zestawienie eksploatowanych wyrobisk odkrywkowych złóż węglanowych w poszczególnych województwach z uwzględnieniem ich lokalizacji na tle granic GZWP

Table 1. List of active opencast mines of carbonate deposits in individual voivodeships taking into account their location within the MGB limits

Lp. No.	Województwo Voivodeship	Liczba węglanowych wyrobisk odkrywkowych / ilość na obszarze GZWP No. of opencast mines/ No. in MGB area	[Nr wyrobiska odkrywkowego] – zgodnie z ryciną 1, nr GZWP, wiek utworów*, typ ośrodka (wg Kleczkowskiego, 1990)**, status udokumentowania*** [No. of opencast mine] – according to Fig. 1, No. of MGB, age of aquifer*, type of aquifer (after Kleczkowski, 1990)**, documentation status***
1.	podkarpackie	1/0	–
2.	małopolskie	9/5	[3] 326, J ₃ , s-k, U; [4] 454, T ₁ , T ₂ , s-k, U; [5] 452, T ₁ , T ₂ , s-k, U; [6] 452, T ₁ , T ₂ , s-k, U; [7] 452, T ₁ , T ₂ , s-k, U
3.	śląskie	9/8	[12] 327, T ₁ , T ₂ , s-k, U; [13] 327, T ₁ , T ₂ , s-k, U; [14] 327, T ₁ , T ₂ , s-k, U; [15] 454, T ₁ , T ₂ , s-k, U; [16] 454, T ₁ , T ₂ , s-k, U; [17] 452, T ₁ , T ₂ , s-k, U; [18] 452, T ₁ , T ₂ , s-k, U; [19] 452, T ₁ , T ₂ , s-k, U
4.	opolskie	2/1	[21] 335, T ₁ , s-p, U
5.	dolnośląskie	1/0	–
6.	łódzkie	7/5	[24] 326, J ₃ , s-k, U; [25] 326, J ₃ , s-k, U; [26] 326, J ₃ , s-k, U; [27] 326, J ₃ , s-k, U; [28] 326, J ₃ , s-k, U
7.	świętokrzyskie	35/10	[31] 416 J ₃ , s-k, U; [32] 416 J ₃ , s-k, U; [33] 416 J ₃ , s-k, U; [34] 416 J ₃ , s-k, U; [38] 418 D ₂ , s-k, U; [39] 418 D ₂ , s-k, U; [48] 409 Cr ₃ , s-p, U; [62] 421, D ₂ , D ₃ , s-k, U; [63] 421, D ₂ , D ₃ , s-k, U; [64] 420 J ₃ , s-k, U
8.	lubelskie	2/0	–
9.	pozostałe województwa other Voivodeships	0/0	–
Polska ogółem / total in Poland		66/29	

* wiek utworów na podstawie rozporządzenia Rady Ministrów z dnia 27 czerwca 2006 r. Dz.U. z 2006 r. Nr 126, poz. 878

** typy ośrodka: p – porowy, s-k – szczelinowo-krasowy, s-p – szczelinowo-porowy

*** stopień udokumentowania GZWP: U – GZWP z opracowaną dokumentacją hydrogeologiczną, N – GZWP bez opracowanej dokumentacji hydro-geologicznej (stan na styczeń 2017 r. – <http://epsh.pgi.gov.pl/epsh>)

* age of aquifer pursuant to the Ordinance of the Council of Ministers (Polish Journal of Laws 2006, No. 126, pos. 878)

** types of aquifers: p – porous, s-k – fissured-karst, s-p – fissured-porous

*** documentation status of MGB: U – MGB with hydrogeological documentation, N – MGB without hydrogeological documentation (as of January 2017 – <http://epsh.pgi.gov.pl/epsh>)

i ukształtowanie powierzchni) z wykorzystaniem skały płonnej (kruszyw i odpadów z wydobycia węgla kamiennego) oraz innych surowców czy wybranych grup i rodzajów odpadów. Eksploatowane złoża węglanowe (Szufficki i in., 2016) znajdują się w 8 województwach południowej Polski (tab. 1). Najwięcej z nich jest położonych w województwach: świętokrzyskim (35 złóż), śląskim i małopolskim (po 9 złóż) oraz łódzkim (7 złóż). Ponadto eksploatowane złoża surowców węglanowych znajdują się w województwach: lubelskim i opolskim (po 2 złoża) oraz podkarpackim i dolnośląskim (po 1 złożu). W pozostałych brak jest jakichkolwiek eksploatowanych złóż tych surowców (tab. 1, ryc. 1). Aż 29 spośród 66 eksploatowanych złóż znajduje się w granicach Głównych Zbiorników Wód Podziemnych. Najliczniejszą ich grupę stanowią złoża wapieni – 42, z czego 18 znajduje się w granicach GZWP. Dodatkowo zlokalizowano 16 eksploatowanych złóż dolomitu (8 na obszarach GZWP), 7 złóż wapieni i dolomitów (2 na obszarze GZWP) oraz 1 złożo wapienia dolomitycznego na terenie GZWP. Zbiorniki wód podziemnych w granicach, w których są eksploatowane wyrobiska, zlokalizowane są w różnych wiekowo strukturach geologicznych (tab. 1).

PODSUMOWANIE

Eksploatowane wyrobiska odkrywkowe surowców węglanowych są zlokalizowane w południowych województwach Polski (dolnośląskie, lubelskie, łódzkie, małopolskie, opolskie, podkarpackie, śląskie i świętokrzyskie). Rozmieszczono je na mapie granic GZWP terenu Polski wykonanej przez PSH PIG-PIB (stan na styczeń 2017 r. – <http://epsh.pgi.gov.pl/epsh/>). W wyniku przeprowadzonej analizy położenia czynnych wyrobisk odkrywkowych surowców węglanowych na tle granic GZWP stwierdzono, że 29 obiektów spośród 66 wyrobisk znajduje się w granicach wyznaczonych obszarów GZWP, co stanowi ok. 44% ogółu.

Ze względu na skalę wydobycia surowców węglanowych oraz konieczność rekultywacji obszarów poeksploatacyjnych, możliwość zagospodarowania różnego rodzaju odpadów przez wypełnianie wyrobisk jest ważnym kierunkiem ich rozwoju. Należy podkreślić, że blisko połowa z nich jest umiejscowiona w zasięgu obszarów GZWP. Stosowane są zakazy, nakazy oraz ograniczenia w użytkowaniu terenu na obszarach ochronnych zbiorników wód podziemnych, będących częścią obszaru zasilania zbiornika. W prezentowanej pracy wyrobiska odkrywkowe złóż węglanowych zlokalizowano na tle obszarów GZWP, a nie ich stref ochronnych, więc opracowana mapa daje przybliżony obraz możliwości lokowania różnych rodzajów odpadów w procesie rekultywacji technicznej po zakończeniu eksploatacji. W tak wrażliwych obszarach szczególnie istotnym zagadnieniem jest prawidłowy dobór stosowanych rodzajów odpadów i surowców, ze względu na ich jakość i ewentualne przeobrażenia składu chemicznego w czasie. Prowadzenie procesu rekultywacji wyrobisk odkrywkowych przez wypełnianie odpadami albo innym materiałem obcym, powinno zostać poprzedzone szczegółowym rozpoznaniem warunków hydrogeologicznych z określeniem zasięgu stref zasilania.

Autorzy dziękują Recenzentom za wszystkie cenne wskazówki i uwagi. Pracę wykonano w ramach prac statutowych Instytutu Gospodarki Surowcami Mineralnymi i Energią Polskiej Akademii Nauk.

LITERATURA

- BOBEREK K., PAULO A. 2005 – Problemy zagospodarowania wyrobisk po eksploatacji kruszywa naturalnego na przykładzie złóż w dolinie Soły między Kętami a Bielaniem. *Geologia*, 31 (2): 153–165.
- CZEKAJ J., SOBCZYK W. 2015 – Zagospodarowanie terenu pogórniczego na przykładzie wyrobisk po kruszywach w powiecie krakowskim. *Górn. Odkryw.*, 56 (3): 29–35.
- GÓRALCZYK S., BAIC I. 2009 – Odpady z górnictwa węgla kamiennego i możliwości ich gospodarczego wykorzystania. *Polityka Energetyczna – Energy Policy Journal*, 12 (2/2): 145–157.
- GÓRALCZYK S. (red.) 2011 – Gospodarka surowcami odpadowymi z węgla kamiennego. Wyd. IMBiGS, Warszawa, s. 327.
- INFORMACJA o funkcjonowaniu górnictwa węgla kamiennego w 2014 r. wraz z oceną realizacji Programu działalności górnictwa węgla kamiennego w Polsce w latach 2007–2015; www.me.gov.pl.
- INFORMACJA o środowiskowych skutkach działalności górnictwa węgla kamiennego w Polsce. Informacja za 2015 r. ARP Katowice.
- KICKI J., SOBCZYK E.J. (red.) 2016 – Prawne, techniczne, ekonomiczne i środowiskowe aspekty gospodarki skałą płonną w kopalniach węgla kamiennego. Wyd. IGSMiE PAN, Kraków, s. 185.
- KLECZKOWSKI A.S. (red.) 1990 – Mapa obszarów głównych zbiorników wód podziemnych (GZWP) w Polsce wymagających szczególnej ochrony 1 : 500 000. IHiGI AGH, Kraków.
- KŁOJZY-KARCZMARCZYK B., MAZUREK J. 2015 – Uwarunkowania prawne i środowiskowe rekultywacji wyrobisk odkrywkowych z wykorzystaniem odpadów górnictwa węgla kamiennego lub produktów na bazie skały płonnej. *Zesz. Nauk. IGSMiE PAN*, 90: 67–78.
- KŁOJZY-KARCZMARCZYK B., MAZUREK J., PAW K. 2016a – Możliwości zagospodarowania kruszyw i odpadów wydobywczych górnictwa węgla kamiennego ZG Janina w procesach rekultywacji wyrobisk odkrywkowych. *Gosp. Sur. Miner. – Mineral Resources Management*, 32 (3): 111–134.
- KŁOJZY-KARCZMARCZYK B., MAZUREK J., STASZCZAK J., MUCHA J., PAW K. 2016b – Ocena możliwości rekultywacji odkrywkowych wyrobisk poeksploatacyjnych z wykorzystaniem kruszyw ze skał towarzyszących pokładom węgla kamiennego na przykładzie ZG Janina. *Górn. Odkryw.*, 5: 23–33.
- KOPACZ M. 2015 – Ocena kosztów gospodarki skałą płonną w funkcji zmiennego poziomu współczynnika uzysku węgla netto na przykładzie kopalni węgla kamiennego. *Gosp. Sur. Miner. – Mineral Resources Management*, 31 (3): 121–144.
- KUKULSKA-ZAJĄC E., DOBRZAŃSKA M. 2012 – Zarządzanie odpadami wydobywczymi w świetle najnowszych uregulowań prawnych. *Nafta-Gaz*, 68 (12): 1183–1189.
- MAPA Głównych Zbiorników Wód Podziemnych na terenie Polski, wykonana przez Państwową Służbę Hydrogeologiczną PIG-PIB – stan udokumentowania na styczeń 2017 r.; <http://epsh.pgi.gov.pl/epsh/>.
- MIKOŁAJKÓW J., WĘGLARZ D. 2011 – Baza danych GIS Głównych Zbiorników Wód Podziemnych – założenia metodyczne, aktualny stan przygotowania. *Biul. Państw. Inst. Geol.*, 445: 413–422.
- OSTRĘGA A., UBERMAN R. 2010 – Kierunki rekultywacji i zagospodarowania – sposoby wyboru, klasyfikacja i przykłady. *Górn. Geoinż.*, 34 (4): 445–461.
- ROZPORZĄDZENIE Rady Ministrów z dnia 27 czerwca 2006 r. w sprawie przebiegu granic obszarów dorzeczy i regionów wodnych. *Dz.U.* z 2006 r. Nr 126 poz. 878.
- ROZPORZĄDZENIE Ministra Środowiska z dnia 15 lipca 2011 r. w sprawie kryteriów zaliczania odpadów wydobywczych do odpadów obojętnych. *Dz.U.* z 2011 r. Nr 175 poz. 1048.
- ROZPORZĄDZENIE Ministra Środowiska z dnia 30 kwietnia 2013 r. w sprawie składowisk odpadów. *Dz.U.* z 2013 r. poz. 523.
- ROZPORZĄDZENIE Ministra Środowiska z dnia 20 stycznia 2015 r. w sprawie procesu odzysku R10. *Dz.U.* z 2015 r. poz. 132.
- ROZPORZĄDZENIE Ministra Środowiska z dnia 11 maja 2015 r. w sprawie odzysku odpadów poza instalacjami i urządzeniami. *Dz.U.* z 2015 r. poz. 796.
- ROZPORZĄDZENIE Ministra Gospodarki z dnia 16 lipca 2015 r. w sprawie dopuszczania odpadów do składowania na składowiskach. *Dz.U.* z 2015 r. poz. 1277.
- STRZAŁKOWSKI P., KAŻMIERCZAK U. 2014 – Zakres prac rolnego i leśnego kierunku rekultywacji w kopalniach górnictwa skalnego. *Mining Sci. – Miner. Aggregates*, 21 (1): 203–213.
- SZUFLICKI M., MALON A., TYMINSKI M. (red.) 2016 – Bilans zasobów złóż kopalni w Polsce wg stanu na 31 XII 2015 r. *Państw. Inst. Geol. – PIB*, Warszawa.
- USTAWA z dnia 14 grudnia 2012 r. o odpadach. *Dz.U.* z 2013 r. poz. 21, ze zm.